

Recuperação da qualidade estrutural de um argissolo vermelho sob sistema plantio direto





Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Clima Temperado
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

ISSN 1981-5980

Dezembro, 2005

versão

ON LINE

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 25

Recuperação da qualidade estrutural de um Argissolo Vermelho sob sistema plantio direto

Carlos Alberto Flores

Pelotas, RS
2005

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado

Endereço: BR 392 Km 78

Caixa Postal 403, CEP 96001-970 - Pelotas, RS

Fone: (53) 3275-8199

Fax: (53) 3275-8219 - 3275-8221

Home page: www.cpact.embrapa.br

E-mail: sac@cpact.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Walkyria Bueno Scivittaro

Secretária-Executiva: Joseane M. Lopes Garcia

Membros: Cláudio Alberto Souza da Silva, Lígia Margareth Cantarelli Pegoraro, Isabel Helena Verneti Azambuja, Cláudio José da Silva Freire, Luís Antônio Suita de Castro

Suplentes: Daniela Lopes Leite e Luís Eduardo Corrêa Antunes

Revisores de texto: Sadi Macedo Sapper/Ana Luiza Barragana Viegas

Normalização bibliográfica: Regina das Graças Vasconcelos dos Santos

Editoração eletrônica: Oscar Castro

1a edição

1a impressão (2005): 50 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Flores, Carlos Alberto.

Recuperação da qualidade estrutural de um argissolo vermelho sob sistema plantio direto / Carlos Alberto Flores. -- Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2005.

24 p. -- (Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 25).

ISSN 1678-2518

1. Solo - Conservação - Sistema de cultivo - Plantio direto - Estabilidade de agregados. I. Título. II. Série.

CDD 631.5814

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	9
Material e Métodos	11
Resultados e Discussão	14
Conclusão	22
Referências bibliográficas	23

Recuperação da qualidade estrutural de um Argissolo Vermelho sob sistema plantio direto¹

Carlos Alberto Flores²

Resumo

A região fisiográfica denominada Planalto Sul-Rio-Grandense, inserida na metade sul do Estado do Rio Grande do Sul, corresponde a 9.345 km² ou 3,49% da superfície deste, e apresenta solos com textura superficial arenosa em relevo ondulado. Esta região é cultivada com culturas anuais de verão, permanecendo em pousio durante o inverno, com pequena ou nenhuma cobertura do solo, estando sujeita a um processo acelerado de erosão. Este trabalho tem como objetivo contribuir para o entendimento dos níveis de recuperação da qualidade estrutural do solo da classe "ARGISSOLO VERMELHO", pelo sistema plantio direto, comparativamente ao sistema convencional contínuo e ao seu estado natural, sob campo e mata naturais. A área experimental localiza-se na microbacia Passo do Pilão no município de Pelotas/RS, em uma pequena propriedade agrícola. A implantação dos sistemas convencional e plantio direto ocorreu em abril de 1995, quando as áreas foram corrigidas quanto à acidez e fertilidade, sendo introduzidas as culturas de cobertura "aveia preta + ervilhaca peluda" no

¹ Parte de trabalho desenvolvido como requisito a obtenção do título de Mestre junto a Universidade Federal de Santa Maria.

² Eng. Agrôn., MSc., Embrapa Clima Temperado BR 392, Km 78, Cx. Postal 403, 96.001-970. Pelotas, RS. E-mail: flores@cpact.embrapa.br

inverno, e o “milho”, como cultura no verão. Áreas nos sistemas convencional e plantio direto, juntamente com as de campo e mata naturais, constituíram os quatros locais de análise. Em cada local foram abertas quatro trincheiras, nas quais foram coletadas amostras de solo nas profundidades de 0-5 cm, 10-15 cm e 20-25 cm. Foram realizadas as determinações de granulometria, estabilidade de agregados, distribuição do tamanho de agregados, carbono orgânico, evolução de CO₂ no campo, bem como avaliação da população de ácaros e de colêmbolos. A estabilidade de agregados em água > 1 mm e < 2 mm no sistema plantio direto foi 18% menor que na mata natural, a qual é de 90% para a camada de 0 - 5 cm de profundidade. Na classe de agregados maior que 4,76 mm e profundidade de 0-5 cm, o campo natural apresentou 77,09% do total de agregados, a mata natural, 79,91%, enquanto que o sistema plantio direto apresentou 73,08% e o sistema convencional, 24,79%. Na classe dos agregados < 0,25 mm, o sistema convencional apresenta 39,25% e o sistema plantio direto 11,27% do total de agregados. Após cinco anos, o sistema plantio direto aumentou o teor de matéria orgânica em cerca de 20%. Na camada de 0-5 cm de profundidade, a proporção de recuperação de agregação pelo sistema plantio direto, baseado no índice DMG, foi de 336% em relação ao sistema convencional, com correspondência de aproximadamente 89% dos apresentados pelo solo sob mata natural.

Termos de indexação: *sistema de cultivo, preservação do solo, estrutura, estabilidade de agregados.*

Soil structural quality restoration of a hapludalf, by no-tillage system

Abstract

The Rio Grande do Sul plateau region located in the South half of state has 9,345 km², 3.49% of its area with predominantly surface sand soils, hilly and mainly used with crops in the summer and fallow in the winter. The low soil cover related with poor soil management offers high risk to erosion and soil degradation in this agro ecosystem. The main objective of this work was to contribute to understanding of soil structure restoration of a Hapludal formed from granite induced by no-tillage system as compared to conventional system and never tilled natural system - grass field and forest. The experimental area was inside a controlled watershed located in Pelotas county at a small farmer area. In April of 1995, the soil was limed and had P application on whole experimental plots. Since that the experiment had conventional and no-tillage systems for oat + hairy vetch in winter and corn as summer crop. Two nearby areas with natural grass field and forest were used as reference and added up to four studied systems. In each studied system four pits were opened and undisturbed samples were taken from 0 to 5 cm, 10 to 15 cm and 20 to 25 cm in order to measure texture, aggregate stability and organic carbon. It was also measured soil respiration, acarina and colembola populations. The no-tillage system had stability of aggregates between 2 and 1 mm around 82% as compared to natural forest at 0 to 5 cm.

The aggregate size distribution measurements, at 0 to 5 cm depth, showed higher difference for class of aggregates higher than 4.76 mm. The natural grass field had 77%, natural forest 80%, no-tillage 73 and conventional tillage 25%. However, for aggregates smaller than 0.25 mm, conventional tillage had 39% as compared to no-tillage that had 11% of water stable aggregates. At fifth year, for 0 to 5 cm depth, the organic matter in no-tillage system was around 20% more than the conventional tillage. The restoration rate of aggregate stability induced by no-tillage based on geometric mean diameter of aggregates is high with DMG, around 336% higher than those for conventional tillage and absolute values around 89% of those values for natural forest.

Index terms: no-tillage, restoration, soil quality, structure, aggregate stability.

Introdução

No Estado do Rio Grande do Sul, a região fisiográfica denominada de “Planalto Sul-Rio-Grandense”, inserida na metade sul do Estado, apresenta uma grande área ocupada por solo com textura superficial arenosa, a qual é cultivada com culturas anuais de verão e permanece em pousio durante o inverno, com pequena ou nenhuma cobertura de solo, estando sujeita a um processo acelerado de erosão. Esta característica, associada ao relevo predominantemente ondulado e ao uso intensivo do solo durante décadas, através do emprego sistemático de práticas agrícolas inadequadas, têm propiciado a degradação física, química e biológica do solo, com visível decréscimo da produtividade agrícola regional.

Operações agrícolas que envolvem a mobilização do solo e/ou tráfego de máquinas alteram substancialmente a estrutura dos solos, modificando as condições que determinam o ambiente de crescimento radicular. Nesse contexto, na maioria das vezes, há degradação da qualidade do solo, onde a agregação e a compactação parecem ser os seus principais indicadores (Reinert & Reichert, 1999).

Reinert et al. (1984) estudaram, após quatro anos, o efeito de diferentes métodos de preparo do solo sobre a estabilidade de agregados em solo ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO e observaram que a estabilidade dos agregados da classe C_1 (8,00 - 4,76 mm), sob semeadura sem preparo, foi de 63,8%, 27,7% e 10,2% maior do que no solo sob preparo convencional, sob arado de cinzel e grade niveladora e sob gradagem (grade aradora), respectivamente. O diâmetro médio geométrico dos agregados do solo sob semeadura sem preparo foi cerca de 2,2 vezes maior que sob preparo convencional.

Os efeitos positivos das gramíneas perenes na agregação do solo são atribuídos, principalmente, à alta densidade de raízes, que

promove a aproximação das partículas pela constante absorção de água do solo, às periódicas renovações do sistema radicular e à uniforme distribuição dos exsudatos no solo, que estimulam a atividade microbiana, cujos subprodutos atuam na formação e estabilização dos agregados do solo (Silva & Mieniczuk, 1997). Avaliando a estabilidade estrutural de um Latossolo Vermelho Escuro Distrófico, Campos et al. (1995), após sete anos de rotação de culturas, observaram uma tendência a maior agregação (diâmetro médio geométrico e distribuição percentual do tamanho dos agregados em diferentes classes) nas rotações: “aveia + ervilhaca/milho, trigo/soja e aveia/soja” e “aveia/soja, trigo/soja”, em relação à sucessão “trigo/soja”. A maior estabilidade dos agregados nesses sistemas de rotação foi atribuída à ação radicular da aveia.

A influência de sistemas de culturas sobre a agregação de solos é um reflexo de efeitos combinados de diversos agentes físicos, químicos e biológicos. Um papel importante é desempenhado pela extensa rede de raízes que se desenvolve no solo. A pressão exercida pelo crescimento radicular leva à formação, estabilidade e também à quebra dos agregados (Tisdall & Oades, 1982).

A ação microbiana sobre secreções e resíduos radiculares tem sido proposta como o principal mecanismo pelo qual a agregação é afetada pela vegetação, devido à produção de cimentação húmica. Essas substâncias, conhecidas como ligantes transitórios, são suscetíveis à degradação microbiana. Assim sendo, a matéria orgânica precisa ser continuamente suprida, para manter o estado de agregação do solo (Paladini, 1989).

Este trabalho teve por objetivo quantificar as taxas de recuperação da qualidade estrutural de um ARGISSOLO VERMELHO, derivado de granito, pelo efeito do sistema “plantio direto”, quando comparado ao sistema de plantio convencional contínuo e com o solo em seu estado natural, sob campo e mata naturais.

Material e Métodos

Este trabalho desenvolveu-se em uma das áreas experimentais conduzidas pela Embrapa Clima Temperado, na microbacia hidrográfica do Arroio Passo do Pilão, no município de Pelotas (RS).

A implantação dos sistemas convencional e plantio direto na área experimental ocorreu em abril de 1995, sendo a acidez corrigida com calcário e a fertilidade com adubação corretiva de fósforo e potássio. A cobertura de solo foi representada pela consorciação “aveia preta + ervilhaca peluda”. O manejo posterior na área sob sistema convencional constitui-se na incorporação da cultura de cobertura antes da semeadura da cultura de verão e, na área sob sistema plantio direto, na dessecação do material vegetal seguida da posterior rolagem da mesma.

Fixou-se como primeiro local de amostragem, a área com o sistema de manejo plantio direto com a seguinte rotação: “aveia preta + ervilhaca peluda” no inverno, semeadas a lanço e milho cultivado em sistema plantio direto, no verão.

O segundo local de amostragem constitui-se na área que recebeu preparo convencional com uma operação de aração e duas de gradagem, para a cultura de verão, e semeadura das culturas de cobertura, no inverno, a lanço. Como testemunhas, foram incluídas duas áreas: uma de campo natural, representada por uma pastagem, com histórico de 30 anos, e outra, constituída por uma reserva de mata natural, cuja cronologia remonta a aproximadamente 80 anos.

Foram realizadas coletas de amostras de solo em quatro locais de cada sistema de manejo e das áreas testemunhas. As camadas de amostragem foram: 0 - 5 cm, 10 - 15 cm e 20 - 25 cm. As amostras foram coletadas em triplicata, exceto as destinadas à determinação da evolução de CO₂, ácaros e colêmbolos. Nos quatros locais de cada sistema/área, foi aberta uma pequena trincheira (1 m x 1 m x 0,60 m), de onde

foram coletadas amostras de solo indeformadas e parcialmente deformadas para as determinações físicas e químicas. A coleta das amostras ocorreu na época de pleno florescimento (fevereiro e março/2000) da cultura do milho. As análises realizadas compreenderam as determinações:

Composição granulométrica

A composição textural do solo foi determinada pelo método da pipeta (USDA, 1972).

Distribuição do tamanho dos agregados a seco e DMG

A distribuição do tamanho de agregados estáveis a seco foi realizada pelo método descrito por Kemper (1965). As classes de tamanho de agregados empregadas foram:

classe $C_1 = 8,00 - 4,76$ mm; classe $C_2 = 4,76 - 2,00$ mm;
classe $C_3 = 2,00 - 1,00$ mm; classe $C_4 = 1,00 - 0,25$ mm;
classe $C_5 < 0,25$ mm.

Distribuição do tamanho dos agregados em água e DMG.

A distribuição do tamanho de agregados estáveis em água foi realizada pelo método descrito por Kemper & Chepil (1965). As classes de tamanho utilizadas foram:

classe $C_1 = 8,00 - 4,76$ mm; classe $C_2 = 4,76 - 2,00$ mm;
classe $C_3 = 2,00 - 1,00$ mm; classe $C_4 = 1,00 - 0,50$ mm;
classe $C_5 = 0,50 - 0,25$ mm; classe $C_6 < 0,25$ mm

Carbono orgânico do solo

Para a determinação do carbono orgânico no solo foi utilizado o método de Walkley-Black, descrito em TEDESCO (1995), sendo os resultados expressos em percentagem de matéria orgânica.

Atividade microbiana

No campo, a atividade microbiana, através da emissão de CO_2 , foi analisada de acordo com o equipamento proposto por CAMPOS et al. (1999). Foram utilizados cinco cilindros em cada um dos sistemas. Os períodos de amostragem, em intervalos de 24 horas, ocorreram durante oito dias, a partir da instalação no campo correspondendo a um período de amostragem de 192 horas.

A quantidade de C-CO_2 liberado pelos microrganismos foi calculada de acordo com STOTZKY (1965), sendo expresso em $\text{mg CO}_2/100$ gramas de solo.

Ácaros e colêmbolos do solo

As populações de ácaros e colêmbolos nos diferentes sistemas foram estudadas por meio dos métodos: do anel volumétrico e emprego do extrator de Tullgren e, pelo método da Trampa de Tretzel, (BACHELIER, 1963).

O material utilizado foi deixado em exposição no campo por um período de sete dias. Nos cálculos foram utilizadas as médias de organismos identificados por sistema estudado.

Análise estatística

Os resultados foram avaliados pela análise de contraste e a significância destes foi dada pelo teste F ($p \leq 0,01\%$ e $p \leq 0,05\%$), com o auxílio do pacote estatístico SAS (1985).

Foram eleitos os seguintes contrastes: campo natural e mata natural *versus* sistema convencional e sistema plantio direto (cn-mn x sc-spd), campo natural *versus* mata natural (cn x mn), sistema convencional *versus* sistema plantio direto (sc x spd) e sistema plantio direto *versus* mata natural (pd x mn).

Resultados e Discussão

Distribuição do tamanho de agregados no solo.

O maior efeito dos sistemas/áreas ocorreu nas classes dos agregados de 8,0 - 4,76 mm e nos menores do que 0,25 mm (Tabela 1).

Ao se comparar as áreas naturais com os sistemas plantio direto e o convencional, verifica-se que, neste último, a classe de agregados menores do que 0,25 mm de diâmetro foi predominante (39,25 %), o que leva a inferir que os agregados grandes foram fracionados pelo cultivo. A perda da qualidade estrutural do solo no sistema convencional em relação ao sistema plantio direto, em relação às áreas naturais, pode ser observada pelo aumento da percentagem de agregados nas classes de menor diâmetro e pela redução destes nas classes de maior diâmetro na profundidade (0 - 5 cm).

Na profundidade de 10 - 15 cm, o sistema convencional mostrou tendência de agregação superior a do sistema plantio direto (51,29% e 45,23%, respectivamente) na classe de maior diâmetro, sem, contudo apresentar diferença estatística. Esse comportamento muito provavelmente se deve ao fato de que no sistema convencional toda a cultura de cobertura é enterrada quando do preparo do solo, localizando-se na referida profundidade e, assim, contribuindo para a formação de agregados de maior diâmetro.

Os agregados do campo natural na classe de maior diâmetro (Tabela 1) foram maioria (76,90%), cuja formação se dá por unidades menores, bem distintas e separadas por planos de fraqueza. Essa estrutura é evidenciada em um exame morfológico do perfil do solo no campo. Conforme Tisdall & Oades (1982), esses agregados são mantidos mais estáveis, provavelmente pela ação de moléculas orgânicas transitórias, hifas de fungos, mucilagens e raízes, uma vez que esses agentes normalmente são destruídos pelas práticas de aração e gradagem do solo e os agregados de maior diâmetro, fragmentados em unidades menores.

Tabela 1. Distribuição percentual das classes de tamanho dos agregados em função do uso do solo em três camadas de um ARGISSOLO VERMELHO no Município de Pelotas, RS.

Sistema/ Área ⁽¹⁾	Classe de tamanho de agregados (mm)					
	8,00 - 4,76	4,76 - 2,00	2,00 - 1,00	1,00 - 0,50	0,50 - 0,25	< 0,25
Camada 0 - 5 cm						
sc	24,79	10,41	6,67	9,21	9,67	39,25
spd	73,08	7,47	2,60	2,91	2,67	11,27
cn	77,09	8,83	0,97	0,52	0,30	12,29
mn	79,91	7,38	0,89	0,56	0,47	10,79
Contraste ⁽²⁾						
cn-mn x sc-spd	**	ns	**	**	**	**
cn x mn	ns	ns	ns	ns	ns	ns
sc x spd	**	ns	**	**	**	**
spd x mn	ns	ns	**	*	ns	ns
Camada 10 - 15 cm						
sc	51,29	13,83	5,16	5,70	5,00	19,02
spd	45,23	12,29	7,13	8,75	6,68	19,92
cn	76,90	7,26	0,96	0,74	0,57	13,57
mn	59,44	11,59	3,54	4,37	3,12	17,94
Contraste ⁽²⁾						
cn-mn x sc-spd	**	**	**	**	**	ns
cn x mn	*	*	*	*	ns	ns
sc x spd	ns	ns	ns	ns	ns	ns
spd x mn	ns	ns	**	**	*	ns
Camada 20 - 25 cm						
sc	51,64	13,25	5,99	7,17	5,05	16,90
spd	27,55	13,52	10,33	14,23	10,09	24,28
cn	64,33	10,78	3,68	2,62	1,33	17,26
mn	43,80	13,74	8,05	9,00	4,54	20,87
Contraste ⁽²⁾						
cn-mn x sc-spd	*	ns	ns	*	**	ns
cn x mn	*	ns	*	*	ns	ns
sc x spd	*	ns	*	*	**	ns
spd x mn	ns	ns	ns	ns	**	ns

⁽¹⁾ sc = sistema convencional, spd = sistema plantio direto, cn = campo natural, mn = mata natural.

⁽²⁾ ** = significativo a $p \leq 0,01$, * = significativo a $p \leq 0,05$, ns = não significativo.

Mesmo comportamento foi observado na camada de 20 - 25 cm de profundidade, exceção feita para o sistema plantio direto, cuja percentagem de agregados na classe de maior diâmetro foi reduzida para 27,55%.

Entre as áreas estudadas, destacaram-se as de campo e mata naturais, com a percentagem de agregados mais alta na classe de 8,00 - 4,76 mm, nas profundidades de 0 - 5 cm e 10 - 15 cm, enquanto que o sistema convencional, na profundidade de 20 - 25 cm, apresentou 51,64% de seus agregados nessa classe de tamanho. Esse resultado fundamenta-se no manejo que é aplicado na área sob sistema convencional, por ocasião do preparo do solo.

O acúmulo dos agregados nas classes inferiores a 1,00 mm de diâmetro, nos sistemas agrícolas, conforme Tisdall & Oades (1982), ocorre devido ao efeito do rápido umedecimento desses agregados à baixa estabilidade. Esses autores relatam que, em solos cultivados, os agregados são freqüentemente expostos à desagregação física, tanto pelo rápido umedecimento e pelo impacto de gota de chuva, como pelo cisalhamento por implementos agrícolas, uma vez que os agregados maiores que 2,00 mm de diâmetro estáveis em água consistem em agregados e partículas mantidos juntos, principalmente pela rede de raízes finas e hifas de fungos, nos solos com alto teor de matéria orgânica. Nos solos com baixo teor de matéria orgânica ($< 10\text{g Kg}^{-1}$) a agregação se dá apenas pelos ligantes transitórios. Desta forma, a estabilidade de agregados com diâmetro superior a 2,00 mm é relacionada ao crescimento de raízes e de hifas de fungos, sendo grandemente influenciada pelas práticas agrícolas.

O diâmetro médio geométrico dos agregados obtidos por via seca (DMGAs) e por via úmida (DMGAu) e a razão entre estes (DMGAu/DMGAs), para as áreas/sistemas e camadas amostradas, encontram-se descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Distribuição do diâmetro médio geométrico de agregados (DMGA) para três camadas e usos, obtido por via seca (DMGAs) e via úmida (DMGAu) e a estabilidade estrutural (DMGAu/DMGAs) de um ARGISSOLO VERMELHO no Município de Pelotas, RS.

Sistema/ Área ⁽¹⁾	DMGA		Relação	Areia grossa	Argila	MO
	DMGAs	DMGAu	DMGAu/DMGAsg Kg ⁻¹		%
Camada 0 - 5 cm						
sc	1,036	0,788	0,76	270	130	1,95
spd	1,808	3,441	1,90	270	130	2,28
cn	2,277	3,628	1,59	270	100	6,23
mn	1,606	3,852	2,40	230	130	4,68
Contraste ⁽²⁾						
cn-mn x sc-spd	*	**	**	*	ns	**
cn xmn	*	ns	**	**	*	*
sc x spd	**	**	**	ns	ns	ns
spd x mn	ns	ns	ns	**	ns	**
Camada 10 - 15 cm						
sc	1,665	2,129	1,28	280	140	1,68
spd	1,797	1,798	1,00	270	170	1,43
cn	1,773	3,513	1,98	230	250	2,33
mn	1,378	2,457	1,78	210	200	1,78
Contraste ⁽²⁾						
cn-mn x sc-spd	ns	*	**	**	ns	**
cn xmn	*	ns	ns	ns	ns	**
sc x spd	ns	ns	ns	ns	ns	*
spd x mn	*	ns	*	**	ns	*
Camada 20 - 25 cm						
sc	1,657	2,053	1,24	260	170	1,40
spd	1,876	1,176	0,63	250	210	1,25
cn	2,135	2,616	1,23	140	400	2,20
mn	2,028	1,763	0,87	230	260	1,80
Contraste ⁽²⁾						
cn-mn x sc-spd	ns	*	ns	**	**	**
cn xmn	ns	*	ns	**	**	**
sc x spd	ns	*	*	ns	ns	ns
spd x mn	ns	ns	ns	ns	ns	**

⁽¹⁾ sc = sistema convencional, spd = sistema plantio direto, cn = campo natural, mn = mata natural.

⁽²⁾ ** = significativo a $p \leq 0,01$, * = significativo a $p \leq 0,05$, ns = não significativo.

Os sistemas naturais, nos quais a vegetação é permanente, além de apresentarem maior quantidade de agregados com maior diâmetro (Tabela 1), caracterizam-se pela forma mais arredondada, enquanto que nos sistemas agrícolas, principalmente no sistema convencional, os agregados são mais arestados. Essa morfologia associada à baixa estabilidade na camada de 0 - 5 cm de profundidade, no sistema convencional, permitem inferir que sua formação pode ter sido decorrente do fracionamento de agregados grandes e por forças compressivas provocadas pelo tráfego de máquinas e implementos agrícolas.

Como reflexo das modificações do tamanho de agregados, o DMG dos agregados em água foi significativamente diferente entre os sistemas naturais e os agrícolas e entre o sistema plantio direto e o sistema convencional na superfície.

A proporção de recuperação da agregação pelo sistema plantio direto, baseada no DMG, foi de 336% em relação ao sistema convencional e apresentou valores de aproximadamente 89% dos apresentados pelo solo sob mata natural.

As diferenças foram menores para as demais profundidades estudadas, mas para a profundidade de 20 - 25 cm, a maior proporção de agregados maiores no sistema convencional, provavelmente, foi devida ao enterrio da matéria orgânica, causando maior DMG dos agregados.

A relação DMGAu/DMGAs (Tabela 2) representa um índice de estabilidade das unidades estruturais em água, ou seja, quanto maior o valor dessa relação maior é a estabilidade dos agregados do solo em água e menor modificação do tamanho inicial frente às forças aplicadas no método. As áreas de campo e mata naturais apresentaram os maiores valores dessa relação em todas as camadas amostradas, refletidas pelo histórico, aporte de material orgânico e tipo de sistema radicular das gramíneas e vegetação permanente ao solo, cuja influência se fez sentir na estabilização dos agregados do solo.

O sistema plantio direto teve índice de estabilidade (1,90) sig-

nificativamente superior ao do sistema convencional (0,76) na camada de 0 - 5 cm. Na camada de 10 - 15 cm, não houve diferenças significativas entre esses sistemas e na camada de 20 - 25 cm, o sistema convencional teve índice significativamente superior ao do sistema plantio direto.

Matéria orgânica e agregação do solo

Após cinco anos, o sistema plantio direto apresentou tendência de aumento no conteúdo de matéria orgânica do solo. Este fato demonstra que pequenos aumentos no conteúdo de matéria orgânica do solo refletem em grande impacto na agregação (Figura 1).

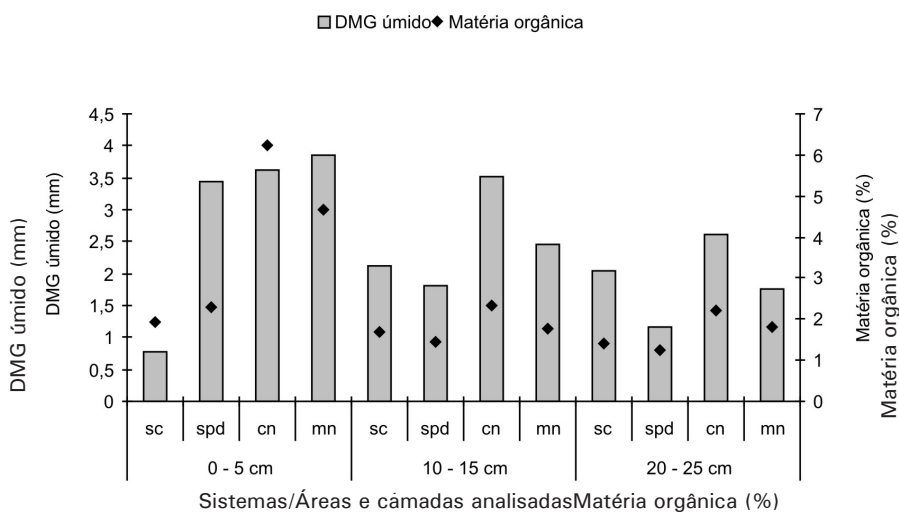


Figura 1. Relação entre o diâmetro médio geométrico (DMG) de agregados obtidos por peneiragem em água e o teor de matéria orgânica do solo, em três camadas e diferentes usos de um ARGISSOLO VERMELHO no Município de Pelotas, RS.

Neste trabalho, o sistema plantio direto mostrou-se mais eficiente na agregação do solo que o sistema convencional, para a camada 0 - 5 cm de profundidade provavelmente pelo acúmulo de matéria orgânica em decorrência da ação conjunta dos resíduos das culturas deixados na superfície do solo, do sistema radicular das plantas e da redução da mobilização e de temperatura do solo, reduzindo as taxas de oxidação do carbono fixado.

Observa-se relação aparente entre o DMG dos agregados e a matéria orgânica do solo, porém, como os ambientes analisados apresentaram grandes diferenças, deixando enorme espaço entre os valores observados, a significância estatística não foi encontrada. Os valores se agruparam em teores altos para os ambientes naturais e baixos para os sistemas agrícolas (Figura 1), com respectivos valores altos e baixos de estabilidade estrutural.

A relação entre o diâmetro médio geométrico (DMG) e a matéria orgânica provavelmente se deve aos teores elevados de matéria orgânica no solo na camada de 0 - 5 cm de profundidade, os quais variam de 1,25 a 6,23% (Figura 1), sendo suficientes para afetar significativamente a estabilidade dos agregados.

Atividade biológica

No sistema plantio direto, a atividade biológica medida pela evolução de CO_2 apresentou tendência de ser maior devido ao ambiente criado nesse sistema (Tabela 3).

A maior agregação do solo na camada de 0 - 5 cm, no sistema plantio direto, comparativamente ao sistema convencional, pode estar relacionada tanto a uma maior liberação de material orgânico de fácil aproveitamento pelos organismos, como ao manejo do solo - sistema convencional - o qual influi na população de organismos do solo, levando a um decréscimo na atividade microbiana, com conseqüente menor liberação de compostos orgânicos cimentantes.

Tabela 3. Evolução de C-CO₂ em diferentes usos de m ARIGIS-SOLO VERMELHO no Município de Pelotas, RS.

Sistema/Área ⁽¹⁾	Momento das determinações após a implantação no campo (horas)						
	24	48	72	96	120	168	192
	mg C-CO ₂ /100 g de solo						
sc	82,01	84,13	88,69	90,22	77,98	83,70	111,28
spd	90,52	98,13	95,81	94,22	89,79	90,70	109,60
cn	28,21	76,38	70,67	83,20	84,61	66,87	75,78
mn	85,73	81,61	87,39	87,03	83,55	78,99	97,66
Contraste ⁽²⁾							
cn-mn x sc-spd	**	ns	ns	*	ns	ns	**
cn x mn	**	ns	ns	ns	ns	ns	*
sc x spd	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns
spd x mn	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Os sistemas agrícolas apresentaram menor número de ácaros do que os sistemas naturais ($p \leq 0,05$), quando determinados pelo método do anel volumétrico. Quando medido pela Trampa de Tretzel, apresentaram diferenças significativas entre os sistemas agrícolas ($p \leq 0,05$) e entre o sistema plantio direto e a mata natural (Tabela 4).

O contraste entre o sistema convencional e o sistema plantio direto, tanto para ácaros como para colêmbolos, determinados pelo método da Trampa de Tretzel, apresenta diferença significativa ($p \leq 0,05$), provavelmente por ser o sistema convencional um método que causa distúrbios periódicos no solo.

O sistema plantio direto apresentou maior número (74%) de ácaros quando determinados pela Trampa de Tretzel do que o sistema convencional e a mata natural.

Tabela 4. Número de ácaros e colêmbolos coletados pelo anel volumétrico (A volumétrico) e Trampa de Tretzel (T. Tretzel) em diferentes usos de um ARGISSOLO VERMELHO no Município de Pelotas, RS.

Sistema/Área ⁽¹⁾	Ácaros		Colêmbolos	
	A. volumétrico	T. Tretzel	A.volumétrico	T. Tretzel
sc	2	27	1	1068
spd	19	74	0	53
cn	36	54	2	1242
mn	46	12	0	74
Contraste ⁽²⁾				
cn-mn x sc-spd	*	ns	ns	ns
cn x mn	ns	ns	ns	*
sc x spd	ns	*	ns	*
spd x mn	ns	*	ns	ns
⁽¹⁾ sc = sistema convencional; spd = sistema plantio direto				
⁽¹⁾ cn = campo natural; mn = mata natural				
⁽²⁾ ** = significativo a $p < 0,01$, * = significativo a $p < 0,05$, ns = não significativo				

Conclusões

1. O uso do solo da classe ARGISSOLO VERMELHO com o sistema plantio direto, no período de cinco anos, contribuiu para a melhoria da qualidade estrutural, na superfície, em relação ao sistema convencional, induzindo alta taxa de recuperação da estabilidade dos agregados, sendo 336% maior quando medida pelo DMG dos agregados e 150% maior quando medida pelo índice DMGAu/DMGAs.

2. Os valores para o sistema plantio direto quanto à estabilidade de agregados, DMG e percentagem de agregados da maior classe usando os mesmos métodos foram respectivamente, 82%, 89% e 79% dos encontrados para a mata natural, demonstrando

o afastamento ainda existente em relação das suas prováveis condições iniciais.

Referências bibliográficas

BACHELIER, G. **La vie animale dans les solo**. ORSTOM, Paris: 1963. 279 p.

BERTONI; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Icone, 1990. 355 p.

CAMPOS, B.C. de. REINERT, D.J.; NICLODI, R.; RUEDELL, J.; PETRERE, C. Estabilidade estrutural de um Latossolo Vermelho-Escuro Distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, p. 121-126, 1995.

CAMPOS, B-H. C. de; TORNQUIST, C.G; MIELNICZUK, J. Decomposição de resíduos culturais e evolução de CO_2 em sistemas de manejo do solo e culturas. In: ENCONTRO BRASILEIRO SOBRE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS, 3. 1999, Santa Maria. **Anais....** Santa Maria: IHSS-UFSM, 1999. p. 184-186.

KEMPER, W.D. **Aggregates stability**. In: BLACK, C.A. Methods of soil analysis. Wisconsin: American Society of Agronomy, 1965. Part. 1, p. 511 - 519.

KEMPER, W.D.; CHEPIL, W.S. **Size distribution of aggregates**. In: BLACK, C.A. Methods of soil analysis. Wisconsin: American Society of Agronomy, 1965. Part. 1, p. 495 - 509.

PALADINI, F.C.S. **Distribuição de tamanho de agregados em solo Podzólico Vermelho Escuro afetado por sistemas de culturas**. 1989. 80 p. Dissertação. (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1989.

REINERT, D.J.; REICHERT, J.M. Modificações físicas em solos manejados sob sistema plantio direto. In: REUNIÓN DE LA RED LATINOAMERICANA DE AGRICULTURA CONSERVACIONISTA, 5., 1999, Florianópolis: **Resumo expandido**. Florianópolis: Epagri, 1999. 1 CD-ROM

REINERT, D.J.; MUTTI, L.S.M.; ZAGO, A.; AZOLIN, M.A.; D. HOFFMANN, C.L. Efeito de diferentes métodos de preparo do solo sobre a estabilidade de agregados em solo Podzólico Vermelho Amarelo. **Revista Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v.14 p. 19-25, 1984.

SAS Institute. **SAS User's guide; statistics**. 5. ed. Cary: N.C, 1985. 956 p.

SILVA, I. de F. da; MIELNICZUK, J. Avaliação do estado de agregação do solo afetado pelo uso agrícola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 21 p. 313-319, 1997.

STOTZKY, G. Microbial respiration. In: Black, C.A.; EVANS, D.D.; WHITE, J.L.; ENSMINGER, L.E. ; CLARK, F.E. **Methods of soil analysis: chemical and microbiological properties**. Madison: American Society of Agronomy., 1965. Part 2. p. 1550-1572.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, G.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEIS, S.I. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: Departamento de solos da UFRGS, 1995. 174 p.

TISDALL, J.M.; OADES, J.M. Organic matter and water-stable aggregates in soils. **Journal of Soil Science**, London, v. 33, p. 141-163, 1982.

USDA. Soil Conservation Service. **Soil survey investigations**. Washington, 1972. 63 p. (Report n.1).



Clima Temperado